昆虫学报 *Acta Entomologica Sinica*, December 2005, 48(6): 943-948　　ISSN 0454-6296

椰心叶甲寄生蜂——椰甲截脉姬小蜂的生物学特性

吕宝乾[1,2]，彭正强[1*]，唐　超[1]，温海波[1]，金启安[1]，符悦冠[1]，杜予州[2]

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所，海南儋州　571737；
2. 扬州大学农学院植物保护系，江苏扬州　225009)

摘要：椰甲截脉姬小蜂 *Asecodes hispinarum* Bouček 是椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 幼虫的重要内寄生蜂，2004 年 3 月从越南引进到海南省。在实验室条件下，对椰甲截脉姬小蜂的形态、发育、繁殖、寄生潜能等生物学特性进行了初步研究。结果表明，椰甲截脉姬小蜂在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10%条件下，卵期平均为 2.8 天，幼虫期 6.7 天，蛹期(含预蛹期) 7.5 天；成蜂在没有营养补充的情况下，平均存活 2.5 天。椰甲截脉姬小蜂的寿命受温度和补充营养的影响，雌蜂寿命长于雄蜂寿命。雌蜂平均怀卵量为 43 粒，产卵高峰期在交配后的 12 h 内。椰甲截脉姬小蜂对椰心叶甲 4 龄幼虫的功能反应属 Holling Ⅱ型，随自身密度的增加其寄生效果呈下降的趋势。

关键词：椰心叶甲；椰甲截脉姬小蜂；生物防治；生物学特性；温度；营养；功能反应

中图分类号：Q968　　文献标识码：A　　文章编号：0454-6296(2005)06-0943-06

Biological characteristics of *Asecodes hispinarum* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispidae)

LU Bao-Qian[1,2], PENG Zheng-Qiang[1*], TANG Chao[1], WEN Hai-Bo[1], JIN Qi-An[1], FU Yue-Guan[1], DU Yu-Zhou[2]

(1. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 511737, China; 2. Department of Plant Protection, College of Agriculture, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

Abstract: *Asecodes hispinarum* Bouček, an important larval endoparasitoid of *Brontispa longissima* (Gestro), was introduced into Hainan Province of China from Vietnam in March, 2004. The morphology, development, reproduction and reproductive potential of this wasp parasitoid were studied. The results showed that under the laboratory condition of 24℃ ± 2℃ and RH 75% ± 10%, the mean developmental duration of egg, larva and pupa were 2.8 days, 6.7 days, and 7.5 days, respectively; the longevity of adults without nutritional supplement was 2.5 days on average. Both the temperature and nutritional supplement affected the longevity of adults, and the mean longevity of female adults was longer than that of male adults. Fecundity (per female) was 43 on average and the peak of oviposition occurred within 12 hours after mating. The functional response of *A. hispinarum* to 4th instar larvae of *B. longissima* belonged to Holling's type Ⅱ, and the parasitization efficiency of *A. hispinarum* decreased with the increasing of *A. hispinarum* density.

Key words: *Brontispa longissima*; *Asecodes hispinarum*; biological control; biological characteristics; temperature; nutrition; functional response

椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 属鞘翅目 (Coleoptera) 铁甲科 (Hispidae)，是为害棕榈科植物的重要检疫性害虫，原产地为印度尼西亚和巴布亚新几内亚。椰心叶甲每年发生多代，具有世代重叠现象。其成虫和幼虫均取食椰子等寄主未展开的心叶表皮组织，形成与叶脉平行的狭长褐色条斑，心叶展开后呈大型褐色坏死条斑；为害严重时，可导致整株植株死亡 (Stapley, 1980)。2002 年 6 月 20 日，海南

基金项目：热带作物重要外来有害生物预警技术研究(2004DIA4J012)；2004 年海南省重点科技项目计划(04112)；国家科技部椰心叶甲生物防治技术研究(子专题：椰心叶甲天敌引进利用技术研究)(2004BA509B17)；中国热带农业科学院 2003 年面上基金(Rky0305)

作者简介：吕宝乾，男，1977 年生，山东潍坊人，硕士，助理研究员，研究方向为农林昆虫与害虫防治，E-mail: lvbaoqian@hotmail.com; lvbaoqian163@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: Lypzhq@163.com

收稿日期 Received: 2004-11-02；接受日期 Accepted: 2005-08-29

省首次在海口市凤翔路发现椰心叶甲，由于缺少原产地天敌因子的制约，2004 年 4 月该虫已扩展到全省 14 个市县，总受害面积为 34 572 hm^2，受害棕榈科植物达 773 000 株，不但给海南椰子槟榔产业带来严重损失，同时破坏了海南省热带生态和自然景观。

该害虫取食寄主未展开心叶，由于层层叶片的包裹，使药剂难以触及害虫，且有的树木高大造成施药困难，因此许多国家或地区投入大量人力物力研究利用本地天敌或引进天敌防治椰心叶甲，并已有许多成功报道。据报道椰心叶甲有寄生性天敌 6 种，捕食性天敌 3 种，病原微生物 1 种（吕宝乾等，2005），其中目前应用较为成功的有 3 种，分别为椰扁甲啮小蜂 *Tetrastichus brontispae*（Ferr.）、椰甲截脉姬小蜂 *Asecodes hispinarum* Bouček（Volgele *et al*.，1990）和金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae*（Liu *et al*.，1989）。

椰甲截脉姬小蜂 *A. hispinarum* 属膜翅目（Hymenoptera）小蜂总科（Chalcidoidea），姬小蜂科（Eulophidae），凹面姬小蜂亚科（= 灿姬小蜂亚科）（Entedoninae），截脉姬小蜂属 *Asecodes*，原产地在西萨摩亚和巴布亚新几内亚，是椰心叶甲的幼虫寄生蜂。该小蜂 2003 年 6 月被成功引进越南，2003 年 8 月在为害严重的南部槟知、沿江等 4 省释放，到 2004 年 3 月建立种群，并扩散至 8 公里外，对椰心叶甲产生良好的控制作用。2004 年 3 月 8 日，海南省林业部门协同中国热带农业科学院和海南省出入境检验检疫局的专家，赴越南胡志明农林大学开展引进椰心叶甲天敌——椰甲截脉姬小蜂的工作，并于 3 月 15 日将该蜂引进海南省。虽然该蜂在生产中已得到应用，但有关其生物学和生态学的研究报道不多。Viet（2004）的研究表明在 28℃时，椰甲截脉姬小蜂世代平均历期 17.0 天，雌蜂寿命 3.4 天，雄蜂寿命 4.1 天；自然条件下寄生椰心叶甲 2～4 龄幼虫，但主要寄生 4 龄幼虫，强迫条件下可寄生椰心叶甲各龄幼虫及蛹。本文报道了我们对椰甲截脉姬小蜂生物学方面的研究结果。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

椰心叶甲采自海南省三亚市，室内继代饲养繁殖。椰甲截脉姬小蜂引自越南，室内以椰心叶甲幼虫为寄主进行繁殖。

1.2 寄主的出蜂量和雌雄蜂性比

将 2004 年 3 月 15 日从越南引进的 100 头被椰甲截脉姬小蜂寄生的椰心叶甲 4 龄幼虫，分装于指形管（Φ 1.1 cm × 7.6 cm）内，每管 1 头。置于 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 室内，统计每头寄主的寄生蜂出蜂量和雌雄比。

1.3 形态特征和发育历期

在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，取 800 头 4 龄椰心叶甲幼虫，均分放入 4 个体积为 1 000 mL 透明塑料罐中。每罐接入足量椰甲截脉姬小蜂，让蜂在寄主上产卵。卵期每隔 8 h 在带有显微量尺的 LEICA（DMLB）透视显微镜下观察形态特征，记录发育过程。幼虫及其他虫态在 OLYMPUS（SAH 10）实体显微镜下观察记录。每次观察不少于 10 头。

1.4 成蜂生物学习性观察

收集将要出蜂的椰心叶甲 4 龄幼虫，每隔 2 h 观察一次，0∶00～6∶00 时间段在每天 6∶00 观察。开始出蜂后，连续观察羽化出蜂情况。

收集刚羽化的雌蜂，单头置于指形管（Φ 1.1 cm × 7.6 cm）中，然后各引入刚羽化的雄蜂 5 头。同样，收集刚羽化的雄蜂，单头置于指形管中，然后各引入刚羽化的雌蜂 5 头。于当日和次日 6∶00～24∶00 连续观察求偶、交配情况。

收集交配过的雌蜂 10 头，置于装有寄主的指形管中。于当日与次日 6∶00～24∶00 连续观察雌蜂搜索、产卵过程。

以上实验在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，用 OLYMPUS（SAH 10）实体显微镜下进行观察。

1.5 成蜂寿命

1.5.1 温度对成蜂寿命的影响：收集初羽化椰甲截脉姬小蜂，雌雄分开。每 30 头椰甲截脉姬小蜂置于指形管（Φ 1.1 cm × 7.6 cm）中。在 RH 80% ± 10%，光周期 L∶D = 12∶12，温度分别为 16℃、20℃、24℃、28℃、32℃的人工气候箱中，观察记录雌雄蜂的寿命，实验重复 3 次。

1.5.2 补充营养对成蜂寿命的影响：收集初羽化椰甲截脉姬小蜂，雌雄分开，接入缺口罩有细纱网、体积约 1 000 mL 的塑料罐中，罐内壁分别贴有沾有不同营养源的卷纸。每罐 30 头，每处理重复 3 次。在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，每 24 h 更换营养源，观察记录雌雄蜂的寿命。

1.6 成虫繁殖力

1.6.1 怀卵量：在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，让椰甲截脉姬小蜂自由交配 12 h 后，在 LEICA

(DMLB)透视显微镜下解剖雌蜂卵巢，统计怀卵量。

1.6.2 产卵动态：在 16℃、20℃、24℃、28℃、32℃下，用指形管(Φ 1.1 cm×7.6 cm)每管装入 5 头 4 龄椰心叶甲幼虫，然后接入已交配但未产卵椰甲截脉姬小蜂雌蜂 1 头。每隔 12 h 更换并解剖椰心叶甲幼虫，观察椰甲截脉姬小蜂产卵动态，实验重复 30 次。

1.7 椰甲截脉姬小蜂对椰心叶甲的功能反应

在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，在 1 000 mL塑料罐中分别接入椰心叶甲幼虫 3、6、9、12、15 和 18 头，然后各接入交配过的椰甲截脉姬小蜂雌蜂 3 头。寄生蜂和寄主接触 24 h 后解剖观察寄生的情况，重复 5 次。建立寄生效应的模拟方程。

Holling Ⅱ表示为 $Na = \alpha T_r N/(1 + \alpha T_h N)$，式中 Na 为寄生量，N 为寄主密度，α 为瞬时攻击率，T_r 为用于搜寻的时间，T_h 为处理时间。

1.8 椰甲截脉姬小蜂自身密度的干扰反应

室温 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10%下，每个 1 000 mL 的塑料罐中放入 10 头椰心叶甲 4 龄幼虫，椰甲截脉姬小蜂按每罐 1、3、5、7、9、12 对设置。以寄生后能出蜂为标准统计寄生量，重复 5 次。用 Hassell-Varley 模型 $\alpha = QP^{-m}$ 进行拟合，其中 α 为寄生效果，$\alpha = Na/N$，Na 为寄生蜂在 P 头时的寄生量，N 为寄主密度，Q 为搜索常数，m 为相互干扰系数，P 为寄生蜂密度。

2 结果与分析

2.1 寄主的出蜂量和雌雄性比

3 月 15 日从越南引进的 100 头被椰甲截脉姬小蜂寄生的椰心叶甲幼虫，3 月 26 日开始出蜂，出蜂率 100%。每头寄主出蜂量最少 5 头，最高 147 头，平均 60.3 ± 28.7；其中雌蜂最高占 90.2%，最低占 40.2%，平均占(74.8 ± 17.5)%。

2.2 形态特征和发育历期

雌蜂(图 1：A)：体长 0.5 mm ~ 0.85 mm，棕褐色，有蓝黑色或绿色反光。触角和足除基节外均为黄褐色。身体中部 1/3 有宽的淡烟雾状斑纹。体光滑无明显刻点或刻纹，具微弱的短体毛。体壁骨化弱，头背面观宽为长的 2 倍左右。触角柄节 1，梗节 1，环状节 0，索节 2，棒节 3。梗节、索节等长；梗节加索节，棒节，及柄节三者等长。小盾片光滑，宽大于长。腹部无柄，圆形至短卵圆形，腹部下方可见产卵器。

雄蜂(图 1：B)：体长略短于雌蜂，触角比雌蜂触角稍纤弱。腹部较窄，卵圆形，腹部末端可见交配器。

卵(图 1：C)：梭状，长约 100 μm 左右，宽端约

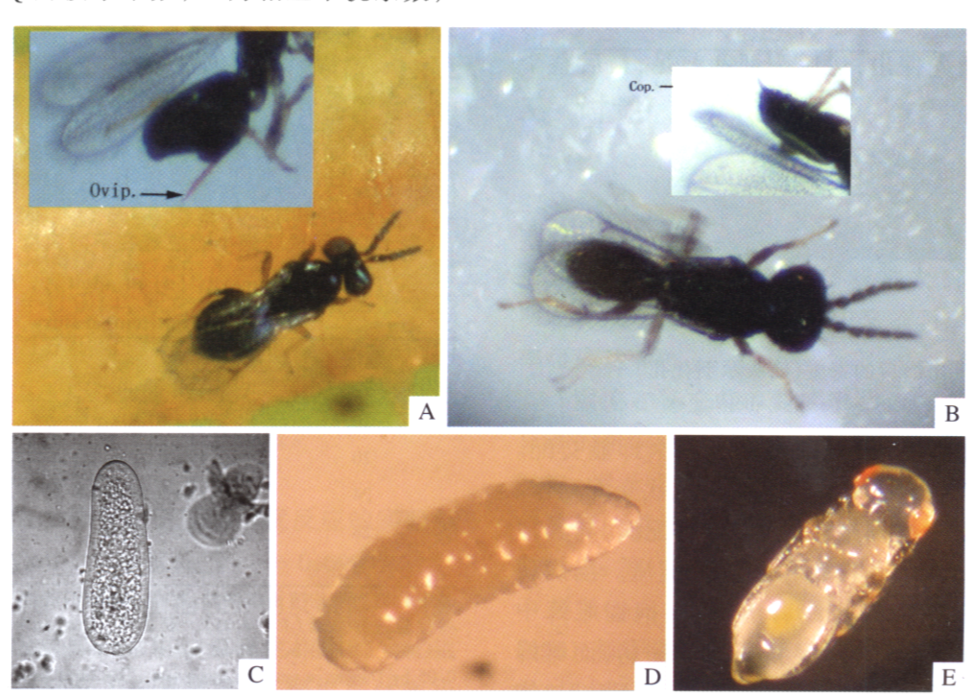


图 1 椰甲截脉姬小蜂的形态

Fig. 1 Morphology of *Asecodes hispinarum*

A：雌蜂 Female；B：雄蜂 Male；C：卵 egg；D：幼虫 Larva；E：蛹 Pupa.

Ovip.：产卵器 Ovipositor；Cop.：交配器 Copulatory organ.

29 μm,狭端约 15 μm。卵膜薄而不明显,卵质均匀,细胞核位于卵的中央。

幼虫(图 1: D):呈短瓜子形,长约 300 ~ 800 μm,头部略尖,体淡黄色能够活动,取食寄主体液。体分节明显,共 13 节。消化道蠕动或稍触动虫体,均可引起体壁的明显蠕动。

蛹(图 1: E):预蛹期,体分节,虫体透明,体壁薄。长椭圆形,前端较钝圆,后部较尖。初蛹期,体已成蛹,可见复眼和胸足,腹部分节,复眼变为淡红色。蛹中期,复眼逐步变为深红,单眼和翅芽出现。后蛹期,翅芽伸出,足和翅露于体外,产卵器形成,体呈黑色。

椰甲截脉姬小蜂从卵至蛹期均在寄主体内度过。在 24℃ ± 2℃,RH 75% ± 10% 条件下,卵期 2.8 ± 0.8 天,幼虫期 6.7 ± 0.8 天,蛹期(含预蛹期)7.5 ± 0.5 天;羽化后,成蜂在没有补充营养的情况下,平均存活 2.5 ± 0.8 天。

2.3 成虫生物学习性及寿命

2.3.1 羽化过程:在 24℃下,每头寄主内的椰甲截脉姬小蜂在开始羽化后 12 h 内全部羽化出蜂,羽化高峰期在开始羽化后的最初 2 h 内(约 85% ~ 95%),且雄蜂先羽化。出蜂孔最多为 9 个,最少为 1 个,多在寄主腹部背面(图 2)。出蜂孔直径最长 335.7 μm,最短 200.3 μm,平均为 256.5 μm。成蜂用口器咬破寄主体壁,形成圆形出蜂孔,直径略大于成蜂的头宽,触角先探出,然后头部和前足,最后整个蜂体钻出。

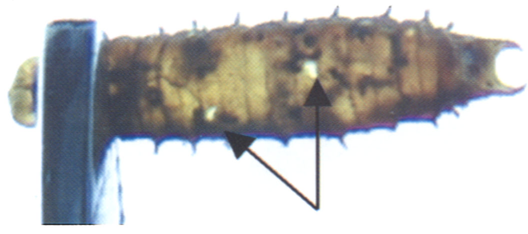


图 2 出蜂后的寄主(箭头示羽化孔)

Fig. 2 Host mummy (arrows showing exit hole)

2.3.2 求偶和交配行为:该蜂羽化不久即能交配。雄蜂一生能交配多次,雌蜂通常也有几次交配动作。雄蜂活跃,在寄主周围来回爬动,搜寻配偶,与其他成蜂相遇后,两者触角接触叩击进行交流。当确认为雌蜂后,就迅速爬到雌蜂背上,前足抱握雌蜂中胸,中足抱握雌蜂腹部,后足抵压雌蜂翅膀,而雌蜂则会爬行,因而有的雄蜂被甩下。当雌蜂不动时,雄蜂两翅平伸略向下倾,以协助完成交配过程。交配时间最短 1 min,最长 5 min, 平均 2.30 min。当多对成蜂在一起时,雄蜂有明显的交配竞争行为,一头雄蜂会干扰正在交配的另一头雄蜂,雌蜂会爬行躲避,有时交配过程会因此受到干扰或中断。

2.3.3 产卵行为:交配后的雌蜂搜索到寄主后,在寄主身体上爬行,进行寄主的选择,4 ~ 5 min 后,迅速将产卵器插入幼虫虫体,寄主幼虫会有所反抗。产卵时蜂的腹部与寄主幼虫成直角,经过一定的静止时间,完成产卵过程。对 24 头雌成虫的观察发现,整个产卵过程最短 3 min,最长 8 min,平均 5.6 min。每头寄主上可有多头寄生蜂同时进行产卵,每头蜂可以在不同寄主上产卵(图 3)。观察发现椰甲截脉姬小蜂将卵产于表皮下的脂肪体组织内,多粒卵集中在一起。

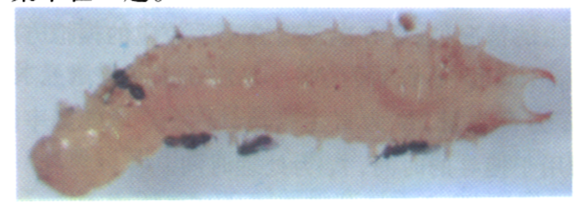


图 3 多头椰甲截脉姬小蜂同时在一头寄主上产卵寄生

Fig. 3 Many wasps of *A. hispinarum* oviposited on a larva of *Brontispa longissima* at the same time

2.3.4 趋光性:椰甲截脉姬小蜂的趋光性强,在指形管中培养出的成蜂放在室内时,只要将一端朝向窗口,则所有的个体很快鱼贯朝向窗口的一端运动。在室外强光下或热光源影响下,它们表现得非常活跃。室内观察表明,该蜂成虫具有一定的飞翔能力。

2.4 成蜂寿命

2.4.1 温度对寿命的影响(表 1):温度对椰甲截脉姬小蜂寿命有显著影响。雌蜂和雄蜂的寿命随温度的升高而缩短,且雌蜂寿命长于雄蜂寿命。其中在恒温 32℃下,成蜂寿命仅为 1 天多。

表 1 椰甲截脉姬小蜂成蜂在不同温度下的寿命 (d)

Table 1 Longevity (d) of adult *A. hispinarum* at different temperature

温度 Temperature (℃)	♀	♂
16	3.69 ± 0.28 a	3.40 ± 0.25 b
20	2.69 ± 0.10 c	2.58 ± 0.08 d
24	2.38 ± 0.29 e	2.08 ± 0.23 f
28	1.54 ± 0.05 g	1.47 ± 0.05 h
32	1.29 ± 0.12 i	1.15 ± 0.10 j

表中数据为平均值 ± 标准误,数据后字母不同表示经 Duncan 新复极差检验差异显著($P < 0.05$)。表 2 同。Data in table are mean ± *SE*, and those followed by different letters indicate significant difference at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test. The same for Table 2.

2.4.2 补充营养对寿命的影响(表 2):在 24℃、无营养的条件下,雌成蜂寿命仅为 1.4 天。补充蜂蜜、蔗糖、葡萄糖会延长成蜂的寿命,清水也会延长成蜂

的寿命。其中以蜂蜜的效果最好，可延长雌成蜂寿命达 2.9 天。

表 2　补充营养对椰甲截脉姬小蜂寿命(d)的影响(24℃ ± 2℃)

Table 2　Effect of foods on longevity (d) of adult *A. hispinarum* at 24℃ ± 2℃

营养源 Food resource	♀	♂
10%蜂蜜 10% Honey	2.93 ± 0.04 a	2.88 ± 0.03 b
10%葡萄糖 10% Glucose	2.47 ± 0.04 c	2.42 ± 0.03 d
10%蔗糖 10% Sucrose	2.00 ± 0.02 e	1.97 ± 0.02 f
清水 Water	1.40 ± 0.03 g	1.36 ± 0.02 i
空白对照 Blank (CK)	1.39 ± 0.04 h	1.34 ± 0.03 j

2.5　成蜂繁殖力

在 24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10% 的条件下，共观察 100 头雌蜂。每雌怀卵量最多为 69 粒，最少为 33 粒，平均为 43.0 ± 8.5 粒。

在 16℃、20℃、24℃、28℃、32℃下，椰甲截脉姬小蜂平均产卵量分别为 10.2 ± 0.3，20.0 ± 0.4，20.3 ± 0.1，20.8 ± 0.3，18.8 ± 0.2 产卵高峰期在交配后的 12 h 内，上述温度下的平均产卵量分别占总产卵量的 42.2%、95.0%、97.0%、98.1%、99.5%。产卵期随温度的升高而缩短，16℃下产卵期可达 2.5 天，32℃下仅为 1 天。适合产卵寄生温度为 24 ~ 32℃，在 28℃下雌蜂产卵最多可达 44 粒。

2.6　椰甲截脉姬小蜂对椰心叶甲 4 龄幼虫的功能反应

椰甲截脉姬小蜂对椰心叶甲 4 龄幼虫的寄生率随着寄主密度的增加而增加，当寄主密度达到一定数量时，其寄生量维持在较稳定的水平(图 4)，符合 Holling Ⅱ 型方程。拟合的功能反应方程为：$Na = 0.4050N/(1 + 0.0810N)$。经 χ^2 检验结果($\chi^2 = 0.3756 < \chi^2_{0.05} = 11.07$)，理论值与实测值无显著差异。通过拟合的方程可以得出椰甲截脉姬小蜂的瞬时攻击率 α 为 0.4050，处置时间 T_h 为 0.1999，其理论最大寄生力为 5.0 头椰心叶甲幼虫。

2.7　干扰效应

椰甲截脉姬小蜂自身密度的干扰反应的实验结果，用 Hassell-Varley 方程拟合为：$\alpha = 0.0999P^{-0.8108}$ ($r = 0.9990$)，表明用该模型能较好的反映椰甲截脉姬小蜂自身密度对椰心叶甲幼虫寄生作用的变化规律。$P = 1$ 时，即只有 1 头寄生蜂时，椰甲截脉姬小蜂的发现率 $\alpha = 0.0999 = Q$；$P > 1$ 时，寄生蜂的互相干扰系数为 0.8108。椰甲截脉姬小蜂的寄生效果随着自身密度的增加而降低，二者关系见表 3。

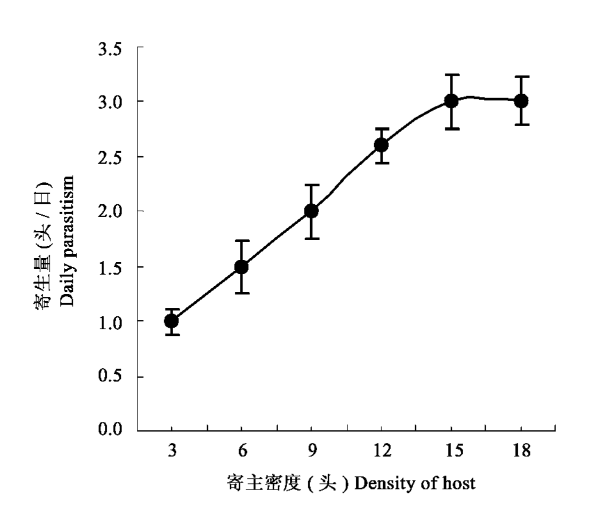


图 4　椰甲截脉姬小蜂对椰心叶甲 4 龄幼虫的功能反应(24℃ ± 2℃，RH 75% ± 10%)

Fig. 4　Functional response of *A. hispinarum* female adults to 4th instar larvae of *B. longissima* at 24℃ ± 2℃ and RH 75% ± 10%

每个寄主密度 3 头雌蜂 Three wasps vs. each density of host

表 3　椰甲截脉姬小蜂的寄生效果(α)与自身密度(P)的关系

Table 3　Relationship between parasitization efficiency (α) and density (P) of *A. hispinarum*

寄生蜂密度(P) Parasitoid density	α	$\ln a$	$\ln P$
1	0.1054	−2.2504	0
3	0.0915	−2.3917	1.0986
5	0.0956	−2.3475	1.6094
7	0.0962	−2.3414	1.9459
9	0.0912	−2.3945	2.1972
12	0.1225	−2.0999	2.4849

3　讨论

椰甲截脉姬小蜂是椰心叶甲的一种重要寄生性天敌。该蜂发育历期短，年世代数多。一头寄主可被多头寄生蜂寄生，寄主出蜂量大。根据越南胡志明农林大学 TRAN 教授来访交流，该蜂在田间寄生率可高达 80%。

温度和补充营养对椰甲截脉姬小蜂成蜂寿命有显著的影响，这一结论与很多寄生蜂(陈艳和叶强，2002；尹承山等，2003)研究的结果一致。温度也影响该蜂的单雌产卵量，且温度越高产卵期越短，这与 Urbaneja 等(2001)的研究结果一致。与很多寄生蜂一样(Croft and Copland，1995；Lampson *et al*.，1996)，椰甲截脉姬小蜂偏雌性，雌蜂占约为 70% ~ 80%。当一头寄主出蜂雌蜂多时，蜂的头数则显著减少，这是雌蜂产卵所表现出调节行为所致，因为雌蜂较雄蜂个体大，发育所需食物也相对较多。雌蜂比例大有利于寄生蜂的大量生产和对害虫的控制

(Heimpel and Lundgren，2000)。

椰甲截脉姬小蜂喜好在 4 龄椰心叶甲幼虫上产卵，但其对寄主龄期的适应性很强。从 2 龄后期至 5 龄初期，椰甲截脉姬小蜂均能寄生，但寄主龄期影响其性比、出蜂量等。有关该蜂对椰心叶甲各龄幼虫的喜好性及各龄寄主对该蜂的适合性，我们也做了详细研究，结果将另文报道。根据功能反应及干扰反应，当椰甲截脉姬小蜂雌蜂与椰心叶甲 4 龄幼虫数量为 1∶1 时，可以提高寄生率而不浪费寄生蜂。

上述对椰甲截脉姬小蜂的基础生物学研究为该蜂的引进、饲养、大量繁殖及应用等方面提供了重要的理论基础。但该蜂的搜索寄生机制、种群退化机制、影响性比因素等方面有待于进一步研究。

致谢 椰甲截脉姬小蜂由中国科学院动物研究所黄大卫研究员帮助鉴定并定中文名；华南热带农业大学 2001 级本科生林晓梅、吴有地等参加了部分实验，谨此一并表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

Chen Y，Ye Q，2002. Studies on biological characteristics of *Neochrysocharis okazakeii* Kamijo (Hymenoptera：Braconidae). *Acta Entomologica Sinica*，45 (Suppl.)：128 – 131. [**陈艳，叶强，2002. 冈崎姬小蜂生物学特性的研究. 昆虫学报，45(增)：128 – 131**]

Croft P，Copland MJW，1995. The effect of host instars on the size and sex ratio of the endoparasitoid *Dacnusa sibirica*. *Entomol. Exp. Appl.*，74 (2)：121 – 124.

Heimpel GE，Lundgren JG，2000. Sex ratios of commercially reared biological control agents. *Biol. Contr.*，19(1)：77 – 93.

Lampson LJ，Morse JG，Luck RF，1996. Host selection，sex allocation，and host feeding by *Metaphyxus helvolus* (Hymenoptera：Encyrtidae) on *Saissetia oleae* (Hymenoptera：Coccidae) and its effect on parasitoid size，sex，and quality. *Environ. Entomol.*，25(2)：283 – 294.

Liu SD，Lin SC，Shiau JF，1989. Microbial control of coconut leaf beetle (*Brontispa longissima*) with green muscardine fungus，*Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*，53(3)：307 – 314.

Lu BQ，Chen YQ，Bao Y，Han RD，Peng ZQ，2005. The feasibility of the controlling coconut leaf beetle (*Brontispa longissima*) with introducing natural enemies *Asecodes hispinarum* Bouček. *Chinese Bulletin of Entomology*，42(3)：254 – 258. [**吕宝乾，陈义群，包炎，韩瑞东，彭正强，2005. 引进天敌椰甲截脉姬小蜂防治椰心叶甲的可行性探讨. 昆虫知识，42(3)：254 – 258**]

Stapley JH，1980. Coconut leaf beetle (*Brontispa*) in the Solomons. *Alafua Agricultural Bulletin*，5(4)：17 – 22.

Viet TT，2004. Classical biological control of coconut hispine beetle with the parasitoid *Asecodes hispinarum* Boucek (Hymenoptera：Eulophidae) in Viet Nam. In：Piao YF ed. Report of the Expert Consultation on Coconut Beetle Outbreak in APPPC Member Countries. RAP Publication 2004/29，FAO Regional Office for Asia and the Pacific，Bangkok，Thailand，90-99.

Urbaneja A，Llácer E，Garrido A，Jacas J，2001. Effect of temperature on the life history of *Cirrospilus* sp. nr. *lyncus* (Hymenoptera：Eulophidae)，a parasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera：Gracillariidae). *Biol. Contr.*，21(3)：293 – 299.

Volgele JM，Zeddies J，1990. Economic analysis of classical biological pest control：a case study from Western Samoa. *Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft*，1：45 – 51.

Yin CS，Chen XX，Lang FY，He JH，2003. Biological characteristics of adult *Opius caricivorae* Fischer，a parasitoid of *Liriomyza sativae* Blandchard. *Acta Entomologica Sinica*，46 (4)：505 – 511. [**尹承山，陈学新，郎法勇，何俊华，2003. 美洲斑潜蝇寄生蜂——黄腹潜蝇茧蜂成虫的生物学特性. 昆虫学报，46(4)：505 – 511**]

(责任编辑 袁德成)